

*Doğuş Üniversitesi Dergisi, 16 (1) 2015, 1-14*

## ÇKE HİPOTEZİ YÜKSELEN PİYASA EKONOMİLERİ İÇİN GEÇERLİ Mİ? PANEL VERİ ANALİZİ

### TESTING THE EKC HYPOTHESIS FOR 4 EMERGING COUNTRIES: PANEL DATA ANALYSIS

**Burcu ÖZCAN**

*Fırat Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü  
bozcan@firat.edu.tr*

**ÖZET:** Bu çalışmada, 4 yükselen piyasa ekonomisi için ÇKE hipotezi panel veri analizi ile test edilmektedir. Fakat öncelikle, eğim parametrelerinin heterojenliği ve yatay kesit bağımlılığının varlığı test edilmektedir. Daha sonra, heterojenite ve bağımsızlık durumu altında, Im vd. (2003), Maddala ve Wu (1999) ile Choi (2001)'e ait panel birim kök testleri, Westerlund (2007)'un bootstrap ECM eşbütünleşme testi ve Pedroni (2000)'ye ait FMOLS tahmincisi kullanılmaktadır. Son aşamada ise, panel hata düzeltme modeli (PVECM) oluşturularak, kısa ve uzun dönem nedenselliğinin yönü tespit edilmektedir. Sonuçlar, sadece uzun dönemde ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden,  $CO_2$  emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Ulaşılan bu sonuç, uzun dönemde söz konusu ülke örneklemini için birtakım politika önerileri de sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Çevresel Kuznets Eğrisi; Küresel Isınma;  $CO_2$  Emisyonu; Panel Veri Analizi

**ABSTRACT:** In this study, it is aimed to test the EKC hypothesis for 4 emerging countries through panel data analysis. However, the presence of slope heterogeneity and cross-sectional dependence is first tested. After that, under the presence of heterogeneity and independence, panel unit root tests of Im et al. (2003), Maddala and Wu (1999), and Choi (2001), bootstrap ECM cointegration test of Westerlund (2007), and FMOLS estimator of Pedroni (2000) are applied. At the last stage, based on PVECM (panel vector error correction model), the direction of short and long-run causalities are defined. The results imply that there is only a unidirectional long-run causality running from economic growth and energy consumption to  $CO_2$  emissions. This result also provides some policy implications for the long-run.

**Keywords:** Environmental Kuznets Curve; Global Warming;  $CO_2$  Emissions; Panel Data Analysis

**JEL Classifications:** C33; O53; Q43; Q53; Q54

### 1. Giriş

Küresel ısınma ve iklim değişikliği çağımızın önemli çevresel problemleri arasında yer almaktadır. Özellikle, sera gazı emisyonuna (SGE) yoğun katkısından ötürü artan  $CO_2$  emisyon düzeyi, çevresel problemleri körüklemektedir. Bu nedenle, bilim adamları ve politika yapıcıları 1990'lı yılların başından itibaren küresel ısınmanın dünya ekonomisi üzerindeki olumsuz etkilerini değerlendirmeye yönelik girişimlerde bulunmaya başlamıştır. Hagggar (2012: 358)'ın ifadesiyle, SGE'yi küresel ısınmayı hafifletmek üzere indirgemeye yönelik çabalar, ulusal ve uluslararası iklim politikalarının gündemleri arasında yer almaktadır.

Bu bağlamda endüstriyelleşmiş ülkeler, SGE'nin atmosferik konsantrasyonunu kontrol etmek ve düşürmek üzere önemli çevresel anlaşmalar ve toplantılar düzenlemeye başlamıştır. Örneğin, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde imzalanan ve 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto şehrinde kabul edilen Kyoto Protokolü, 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Protokolün amacı, 37 endüstriyelleşmiş ülkenin ve Avrupa Birliği'nin SGE düzeylerini kısıtlayıcı hedefler koymaktır. Sözleşmeyi imzalayan taraflar SGE düzeylerini, 2008-2012 dönemleri arasında 1990 yılındaki düzeyinden en az %5 aşağıya çekmeyi taahhüt etmişlerdir.

Bahsedilen bu gelişmelerin ışığı altında düşünürler, çevre-ekonomi ilişkisini Çevresel İktisat kapsamında tartışır hale gelmiştir. Örneğin, çevre kirliliği ve gelir arasındaki ilişki, çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) adı altında ele alınan önemli bir araştırma konusudur. ÇKE, ekonomik büyüme ile gelir adaletsizliği ilişkisini ele alan ve Kuznets (1955) tarafından ortaya konulan orijinal Kuznets eğrisinden türetilmiştir. ÇKE hipotezi, çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında ters bir U ilişkisi olduğunu varsaymaktadır. Apergis ve Payne (2010:650)'nin ifadesiyle, ÇKE hipotezi SGE'yi, gelirin bir fonksiyonu şeklinde ele almaktadır ki, gelir düzeyi arttıkça öncelikle emisyon düzeyi de artmakta, fakat gelir düzeyinin belli bir eşik değere ulaşması ve bu değeri aşmasının ardından, emisyon düzeyi düşmeye yani çevre kirliliğinin düzeyi azalmaya başlamaktadır.

ÇKE hipotezinin yanı sıra, Çevresel İktisat kapsamında tartışıla gelen bir diğer önemli konu ise, *enerji tüketimi-ekonomik büyüme* ilişkisidir. Burada ekonomik kalkınmanın enerji tüketimi ile yakından ilişkili olduğu ifade edilmektedir, çünkü daha fazla enerji tüketiminin verimlilik artışı yolu ile daha yüksek ekonomik kalkınmışlığa yol açacağı belirtilmektedir. İlave olarak, enerjinin daha etkin biçimde kullanımının ise daha yüksek ekonomik kalkınma düzeyini gerektirdiği ifade edilmektedir. Bu nedenle Ang (2007) tarafından belirtildiği üzere, enerji tüketimi ve ekonomik kalkınma arasında geri dönüş (feedback) ilişkileri olabilir ve ilişkinin yönü önsel olarak belirlenemez. Çevresel İktisat sahasında tartışıla gelen üçüncü bir önemli konu ise *enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği* arasındaki ilişkidir. Bu son araştırma sahası, daha önceki iki araştırma sahasının (ÇKE yazını ile enerji tüketimi- ekonomik büyüme yazınının) birleşiminden oluşmaktadır.

Bu çalışma, bahsedilen bu son ve üçüncü araştırma sahasına ampirik bir örnek teşkil etmektedir. Enerji tüketimi, çevre kirliliği ( $CO_2$  emisyonu) ve reel kişi başı gelir düzeyi arasındaki ilişki ile ÇKE hipotezinin geçerliliği 4 yükselen piyasa ekonomisi (Brezilya, Hindistan, Çin ve Türkiye) için test edilmektedir. Çalışma, diğer çalışmalardan ele aldığı ülke örneklemini ve uyguladığı son döneme ait panel veri teknikleri bakımından farklılaşmaktadır. Ayrıca yatay kesit bağımlılığının ve eğitim parametrelerinin heterojenliğinin birlikte dikkate alındığı sadece birkaç panel çalışması mevcuttur (bkz. Arouri vd., 2012; Hagggar, 2012; Jaunky, 2011).

Çalışmanın bundan sonraki bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir. 2. Bölüm, ilgili yazın taramasına yer vermektedir. 3. Bölüm, çalışmanın veri setini ve modelini, 4. bölüm metodoloji ve ampirik bulguları içerirken, 5. ve son bölüm ise politika önerilerini kapsayan sonuç kısmından ibarettir.

## 2. Yazın Taraması

Çalışma, enerji tüketimi, reel kişi başı gelir ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi ele aldığı için yazın taramasında sadece bu araştırma sahasına giren çalışmalara yer verilmektedir.

ÇKE yazını ile *enerji tüketimi-ekonomik büyüme* yazınının birleştirilmesi ile oluşan bu son yazının öncüleri Ang (2007) ve Soytaş vd. (2007)'dir. İlgili yazındaki çalışmalar, zaman serisi ve panel veri analizine dayalı çalışmalar diye ikiye ayrılmaktadır. Burada amaç teorik bir yazın taraması olmadığı için yazın taramasında sadece panel veri analizine dayalı çalışmalar açıklanmakta, zaman serisi analizine dayalı çalışmalardan ise kısaca bahsedilmektedir.

Bu bağlamda, ilk panel çalışmalarının Apergis ve Payne (2009, 2010)'ye ait olduğu görülmektedir. Apergis ve Payne (2009) enerji tüketimi, reel gelir ve  $CO_2$  emisyonu arasındaki ilişkiyi 6 Orta Amerika ülkesi için 1971-2004 dönemi boyunca Pedroni (1999, 2000, 2004)'ye ait eşbütünleşme testleri ve FMOLS (tam değiştirilmiş en küçük kareler) tahmincisi ile incelemiştir. Sonuçlar, uzun dönemde enerji tüketiminin emisyon üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu, gelir ile emisyon arasında ise ters bir U ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Kısa dönemde de enerji tüketimi ve reel gelirden emisyonu doğru tek yönlü ilişki tespit edilmiştir. Apergis ve Payne (2010) bir diğer çalışmalarında, yine söz konusu üç değişken arasındaki ilişkiyi 11 Bağımsız Devletler Topluluğu ülkesi için 1992-2004 dönemi boyunca analiz etmişlerdir. Pedroni (1999, 2000, 2004) tarafından önerilen eşbütünleşme testlerini ve FMOLS tahmincisini kullanmışlardır. Sonuçlar, ters U şeklindeki ÇKE'yi teyit etmiştir. Uzun dönemde enerji tüketimi,  $CO_2$  emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahip görünürken, kısa dönemde sırasıyla enerji tüketimi ve reel çıktıdan  $CO_2$  emisyonuna doğru tek yönlü, enerji tüketimi ve reel çıktı arasında ise iki yönlü ilişki saptanmıştır. Bir diğer panel veri çalışması Wang vd. (2011)'ye aittir. Wang vd. (2011), ÇKE hipotezini 28 Çin ili için 1995-2007 dönemi boyunca test etmiş ve reel gelir ile  $CO_2$  emisyonu arasında ÇKE hipotezinde öngörülenin tersine U şeklinde bir ilişki saptamıştır. Kısa dönemde  $CO_2$  emisyonu ve enerji tüketimi arasında ve ayrıca enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında iki yönlü ilişkiler saptanmıştır. Uzun dönemde ise enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin  $CO_2$  emisyonunun,  $CO_2$  emisyonu ile ekonomik büyümenin ise enerji tüketiminin nedeni olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer yazar olan Lean ve Smyth (2010) ise, elektrik tüketimi,  $CO_2$  emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 5 ASEAN ülkesi için 1980-2006 dönemi boyunca PVECM kapsamında ele almıştır. Sonuçlar, beklendiği üzere ters U şeklinde bir ÇKE olduğunu teyit etmiştir. Ayrıca, uzun dönemde elektrik tüketimi ve emisyonun ekonomik büyüme doğru tek yönlü, kısa dönemde ise emisyonun, elektrik tüketimine doğru tek yönlü ilişki saptanmıştır.

Bu çalışmanın ülke örnekleme benzer tek çalışma Pao ve Tsai (2010)'ye aittir. Pao ve Tsai (2010) BRIC ülkeleri için ÇKE hipotezini test ederken Kao (1999) ve Pedroni (1999, 2004)'ye ait eşbütünleşme testlerini kullanmıştır. Uzun dönemde enerji tüketiminin emisyon üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu, reel çıktının ise ÇKE hipotezinde öngörüldüğü üzere ters U şeklinde olduğu ortaya konulmuştur. Nedensellik sonuçları ise, enerji tüketimi ve emisyon ile enerji tüketimi ve çıktı arasında iki yönlü güçlü uzun dönem nedensellik ilişkileri saptamıştır. Ayrıca,

emisyon ve enerji tüketiminden çıktıya doğru güçlü ve tek yönlü kısa dönem ilişkileri tespit edilmiştir. Yakın döneme ait bir diğer panel çalışması Narayan ve Narayan (2010)'a aittir. Yazarlar, ÇKE hipotezini 43 gelişmekte olan ülke için Pedroni (1999, 2004)'ye ait eşbütünleşme testlerini kullanarak 1980-2004 dönemi için test etmişler ve sadece Orta Doğu ve Güney Asya panelleri için  $CO_2$  emisyonunun gelirdeki artış ile birlikte düştüğünü saptamışlardır.

Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) ülkeleri için ise ÇKE hipotezini test eden üç panel çalışması mevcuttur. İlki Al-mulali (2011)'ye aittir. Yazar, petrol tüketimi, ekonomik büyüme ve  $CO_2$  emisyonu arasındaki ilişkiyi Pedroni (1999, 2004)'ye ve Kao (1999)'ya ait eşbütünleşme testleri ve panel nedensellik testi ile araştırmıştır. Sonuçlar,  $CO_2$  emisyonu ve petrol tüketiminin ekonomik büyüme ile uzun dönemli bir ilişki içerisinde olduğunu, ayrıca hem kısa, hem de uzun dönemde petrol tüketimi,  $CO_2$  emisyonu ve ekonomik büyüme arasında iki yönlü Granger nedensellik ilişkileri olduğunu tespit etmiştir. MENA ile ilgili ikinci panel çalışma, Farhani ve Rejeb (2012)'e aittir. Yazarlar, 15 MENA ülkesi için Pedroni (2004), Kao (1999) ve Johansen (1988)'e ait eşbütünleşme testlerini kullanarak 1973-2008 dönemi boyunca ÇKE hipotezini sınamışlardır. Ayrıca uzun dönem eşbütünleşme vektörünün tahmini için ise Pedroni (2000, 2001)'ye ait FMOLS ve DOLS tahmincilerini, nedensellik sınavasında ise PVECM kullanmışlardır. Kısa dönemde, gelir ve enerji tüketimi ile  $CO_2$  emisyonu ve enerji tüketimi arasında nedenselliğin olmadığı, uzun dönemde ise gelir ve emisyonun enerji tüketimine doğru tek yönlü bir ilişki olduğu saptanmıştır. MENA ülkelerini kapsayan üçüncü ve son panel çalışma Arouri vd. (2012)'ye aittir. Bu çalışma, 1981-2005 dönem aralığı boyunca ÇKE hipotezini 12 MENA ülkesi için test etmiştir. Bu amaçla, Smith vd. (2004)'ye ait panel birim kök testinin yanı sıra Westerlund ve Edgerton (2007)'a ait eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Uzun dönem eşbütünleşme vektörünün tahmini için ise Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE tahmincisi kullanılmıştır. Sonuçlar, MENA paneli için ters U şeklinde bir ÇKE saptamıştır. Hata düzeltme modeli ise, kısa dönemde enerji tüketiminden  $CO_2$  emisyonuna doğru pozitif bir ilişki tespit etmişken, uzun dönemde tüm değişkenlerin birlikte hareket ettikleri saptanmıştır.

Yine son döneme ilişkin panel çalışmalarından biri de Haggag (2012)'a aittir. Yazar, heterojenite ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan panel eşbütünleşme (Westerlund, 2005) ve panel birim kök testlerini (Pesaran, 2007) testlerini kullanarak ÇKE hipotezini 21 Kanada endüstriyel sektörü için 1990-2007 dönemi boyunca incelemiştir. Eşbütünleşme vektörünün tahmininde ise FMOLS kullanılmıştır. Sonuçlar, enerji tüketiminin emisyon üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu, emisyon ile ekonomik büyüme arasında ise ÇKE'nin öngördüğü üzere ters bir U ilişkisinin varlığını saptamıştır. Bir diğer yazar Jaunky (2011) ise, çalışmasında yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Pesaran (2007) tarafından geliştirilen panel birim kök ve Westerlund (2007)'a ait eşbütünleşme testlerini kullanarak ÇKE hipotezini 1980-2005 dönemi boyunca 36 yüksek gelire sahip ülke için sınamıştır. Panel nedensellik testi için ise, Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) uygulanmış ve sonuçlar hem kısa, hem de uzun dönemde reel gelirden  $CO_2$  emisyonuna doğru tek yönlü bir ilişki ortaya koymuştur. Ayrıca ters U şeklindeki ÇKE ise teyit edilmiştir.

Bahsedilen panel çalışmaları dışında konuyu zaman serisi boyutunda ele alan çalışmalar da mevcuttur. Bunlar kısaca şu şekilde özetlenebilir. Örneğin, Ang (2007) Fransa için eşbütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modeli (VECM) kullanarak, Acaravcı ve Öztürk (2010) 9 Avrupa ülkesi için ARDL sınır testini kullanarak, Halıcıoğlu (2009) ile Öztürk ve Acaravcı (2010, 2012) Türkiye için ARDL sınır testini uygulayarak, Soytaş ve Sarı (2009), Türkiye için Toda ve Yamamoto (TY, 1995) nedensellik analizi ile, Zhang ve Chen (2009) TY nedensellik testini ve genelleştirilmiş etki-tepki analizini Çin için uygulayarak, Soytaş vd. (2007) vektör hata düzeltme modeli ve TY testi ile Birleşik Devletler için, Menyah ve Rufael (2010) ARDL sınır testini kullanarak Güney Afrika için, Fodha ve Zaghdoud (2010) Tunus için eşbütünleşme testi ile, Saboori ve Soleymani (2011) ARDL sınır testini kullanarak İran için, Akbostancı vd. (2009) zaman serisi ve panel veri analizleri ile Türkiye için, Ghosh (2010) ARDL sınır testini uygulayarak Hindistan için ve son olarak da Esteve ve Tamarit (2012) Hansen ve Seo (2002)'ya ait eşik-değer eşbütünleşme testleri ile İspanya için, ÇKE hipotezinin geçerliliğini sınamış ve enerji tüketimi, SGE ve ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki ilişkiyi sorgulamışlardır.

### 3. Veri Seti ve Model

Çalışmanın ülke örneklemini Brezilya, Hindistan, Çin ve Türkiye'den ibaret olup zaman aralığı ise 1971-2008'dir.<sup>1</sup> Çalışmada enerji tüketimi, kişi başına eşdeğer kiloton petrol, karbon dioksit ( $CO_2$ ) emisyonu, kişi başına metrik ton ve reel çıktı ise, 2000 baz yılı dolar cinsinden reel kişi başı GSYİH ile ölçülmektedir. Söz konusu tüm veriler Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri veri tabanından (World Development Indicators, 2012) elde edilmiştir. Çalışmada ÇKE'yi test etmek üzere kullanılan model Apergis ve Payne (2009, 2010) temel alınarak şu şekilde belirlenmiştir.<sup>2</sup>

$$CO_{2it} = \alpha_{it} + \beta_{1i}ENC_{it} + \beta_{2i}GDP_{it} + \beta_{3i}GDP_{it}^2 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Burada  $i=1,2, 3$  ve  $4$  şeklinde ülke sayısını,  $t=1971, \dots, 2008$  şeklinde zaman aralığını göstermektedir.  $\alpha_{it}$  sabit parametreyi,  $CO_{2it}$  karbon dioksit emisyonunu,  $ENC_{it}$  enerji tüketimini,  $GDP_{it}$  reel kişi başı GSYİH'yı,  $GDP_{it}^2$  ise reel kişi başı GSYİH'nın karesini,  $\varepsilon_{it}$  ise hata terimini göstermektedir. Tüm değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak modele dahil edilmişlerdir. Bu nedenle  $\beta_{1i}$ ,  $\beta_{2i}$  ve  $\beta_{3i}$  parametreleri  $CO_2$ 'nin sırasıyla enerji tüketimi, kişi başı gelir ve kare-kişi başı gelir açısından elastikiyetlerini göstermektedir.  $\beta_{1i}$ 'in işaretinin, enerji tüketimindeki artışın  $CO_2$  emisyonunu arttıracığı varsayıldığı için pozitif olması beklenmektedir.  $\beta_{2i}$  ve  $\beta_{3i}$ 'ün ise ÇKE hipotezine göre sırasıyla artık ve eksi işarete sahip olmaları

<sup>1</sup> Ülke örnekleminde, BRIC-T olarak adlandırılan ülke grubundan Rusya dışlanmıştır. Rusya için veriler 1992'den itibaren söz konusudur. 1992-2008 dönem aralığı ise eşbütünleşme analizi için hem çok kısa olduğu için, hem de Rusya'nın dahil edilmesi ile anlamlı sonuçlar elde edilemediği için Rusya dışlanmıştır.

<sup>2</sup> Emisyon ile gelir arasında  $GDP^3$  değişkeninin ilavesi ile test edilebilen kübik polinomal ilişkinin varlığı (N şeklinde ÇKE) test edilmiş fakat ilgili parametre anlamsız olduğu için  $GDP^3$  değişkeni model dışı bırakılmıştır.

beklenmektedir. Çünkü ÇKE hipotezi,  $CO_2$  emisyonunun belli bir eşik değer gelir düzeyine kadar gelir artışları ile birlikte artacağını, bu değer aşılmasının ardından ise tekrar azalacağını varsaymaktadır. Bu verilere dayalı olarak kuadratik forma sahip ÇKE hipotezi, dört yükselen piyasa ekonomisi için sınanmaktadır. Son dönemde gelişme yolunda ivme kazanan bu dört ülkenin ekonomik büyüme düzeylerinin çevre üzerinde yarattığı nihai etkinin tespiti, başka bir ifadeyle büyümenin çevresel açıdan sürdürülebilirliği bu analizin temel amacıdır.

#### 4. Metodoloji ve Ampirik Bulgular

Çalışmada panel veri, zaman serisi ve kesit veri türlerine karşı sağlamış olduğu üstünlükler nedeniyle tercih edilmiştir. Örneğin, bireysel heterojenitenin kontrol edilmesi, daha fazla aydınlatıcı bilgiye, daha fazla değişkenliğe, değişkenler arasında daha az çoklu doğrusal bağlantıya, daha fazla serbestlik derecesine ve daha fazla etkinliğe izin vermesi panel verinin temel avantajları arasında yer almaktadır (Baltagi, 2005). Metodolojik açıdan ise, öncelikle panel birim kök testleri ile değişkenlerin durağanlığı analiz edilmekte, değişkenlerin 1. dereceden bütünsel olmaları (I(1)) durumunda ise aralarında eşbütünsel ilişkinin varlığı sınanmakta ve son olarak da eşbütünselmenin saptanması halinde uzun döneme ait parametreler ve kısa ve uzun dönem ilişkileri araştırılmaktadır.

##### 4.1. Panel Birim Kök Testleri

Çalışmada bir sonraki alt bölümde görüleceği üzere yatay kesit bağımlılığı olmadığı, fakat parametrelerde heterojenite olduğu sonucuna ulaşıldığı için bu duruma izin veren 1. nesil panel birim kök testlerinden Im vd. (2003), Maddala ve Wu (1999) ve Choi (2001)<sup>3</sup>’ye ait testler kullanılmış<sup>3</sup> ve sonuçlar Tablo 1 üzerinde verilmiştir.

**Tablo 1. Panel Birim Kök Testi Sonuçları**

Birim Kök Testi	$CO_2$	ENC	GDP	$GDP^2$
<b>Düzy</b>				
Im vd.(2003)	-1,07 (0,14)	-0,79 (0,21)	-0,35 (0,35)	0,394 (0,65)
Maddala ve Wu(1999)	10,95 (0,20)	11,72 (0,16)	8,26 (0,40)	6,02 (0,64)
Choi (2001)	-0,33 (0,36)	-0,13 (0,44)	-1,24 (0,10)	0,06 (0,52)
<b>Fark</b>				
Im vd.(2003)	-6,84 <sup>a</sup> (0,00)	-6,19 <sup>a</sup> (0,00)	-6,38 <sup>a</sup> (0,00)	-6,32 <sup>a</sup> (0,00)
Maddala ve Wu(1999)	54,14 <sup>a</sup> (0,00)	48,28 <sup>a</sup> (0,00)	53,71 <sup>a</sup> (0,00)	52,40 <sup>a</sup> (0,00)
Choi (2001)	-5,43 <sup>a</sup> (0,00)	-5,19 <sup>a</sup> (0,00)	-7,80 <sup>a</sup> (0,00)	-6,64 <sup>a</sup> (0,00)

**Not:** Testlerin deterministik spesifikasyonu sabit ve trendi içermektedir. Olasılık değerleri parantez içerisinde gösterilmektedir. <sup>a</sup> %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir. Testlerin sıfır hipotezi birim kök vardır şeklindedir. Optimal gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriteri kullanılarak belirlenmiştir.

<sup>3</sup> Testlere ilişkin metodolojik açıklamalara sayfa kısıtı nedeniyle yer verilememiştir. Bu nedenle detaylı bilgi için bkz. Im vd. 2003, Choi, 2001, Maddala ve Wu (1999).

Tablo 1’de görüldüğü üzere tüm değişkenler seviye değerlerinde birim köke sahiptir. Fakat ilk fark serileri ise birim kök içermemektedir. Bu nedenle tüm değişkenlerin I(1) oldukları başka bir ifadeyle 1. dereceden bütünlük oldukları görülmektedir.

#### 4.2. Westerlund (2007) ECM Panel Eşbütünleşme Testi

Değişkenlerin I(1) oldukları tespit edildiği için aralarında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı test edilmelidir. Fakat öncelikle yatay kesit bağımlılığının ve eğim parametrelerinin homojenliğinin testi gereklidir. Bu amaçla Breusch ve Pagan (1980) tarafından önerilen ve  $T > N$  durumunda geçerli olan  $CDLM_1$  testi ile yatay kesit bağımlılığı sınanmış ve test istatistiğinin değeri 11,087 (0,104 olasılık değeri ile) bulunmuştur. Bu nedenle tüm anlamlılık düzeylerinde yatay kesit bağımlılığının olmadığı  $H_0$  hipotezi reddedilememiştir. Eğim parametrelerindeki homojenite durumu ise Swamy (1970)’nin testi ile sınanmıştır. Söz konusu test  $N < T$  durumundaki paneller için geliştirilmiş olup  $k(N-1)$  serbestlik derecesi ile asimptotik olarak  $\chi^2$  dağılımına sahiptir.<sup>4</sup> İlgili test istatistiği 48.230 (0,000 olasılık değeri ile) olup %1 düzeyinde eğim parametrelerindeki homojenlik sıfır hipotezini reddetmektedir. Bu nedenle kullanılacak olan eşbütünleşme testinin hem yatay kesit bağımsızlığını, hem de parametrelerdeki heterojeniteyi dikkate alan bir test olması gereklidir. Bu amaçla Westerlund (2007) tarafından geliştirilen hata düzeltme modeli-grup (ECM-grup) eşbütünleşme testleri kullanılmıştır.

Westerlund (2007)’a ait testler koşullu bir hata düzeltme modelinde, hata düzeltme teriminin  $(\alpha_i)$  sıfıra eşit olup olmadığı sonucunu ortaya koyarak sıfır hipotezini test etmek için tasarlanmışlardır. Eğer hata düzeltmenin olmadığı sıfır hipotezi reddedilir ise eşbütünleşme yoktur sıfır hipotezi de reddedilmektedir. Simülasyon sonuçları, Westerlund (2007)’a ait bu testlerin küçük örneklem performanslarının kalıntı temelli diğer eşbütünleşme testlerine kıyasla (örneğin, Pedroni, 1999, 2004) daha güçlü olduklarını saptamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, Westerlund (2007)’a ait grup ortalama eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Bu doğrultuda, (2) nolu hata düzeltme modeli tanımlanabilir.

$$\alpha_i(L)\Delta y_{it} = \delta_{1i} + \delta_{2i}t + \alpha_i(y_{it-1} - \beta_i'x_{it-1}) + \gamma_i(L)'v_{it} + e_{it} \quad (2)$$

Burada  $\delta_{1i} = \alpha_i(1)\phi_{2i} - \alpha_i\phi_{1i} + \alpha_i\phi_{2i}$  ve  $\delta_{2i} = -\alpha_i\phi_{2i}$  şeklinde deterministik terimleri içermektedir.  $L$  gecikme işlemcisidir. Bu modelin istikrarlı olabilmesi için  $y_{it-1} - \beta_i'x_{it-1}$ ’nin durağan olması gerekir. Burada  $\beta_i$  vektörü,  $x_{it}$  ile  $y_{it}$  arasındaki uzun dönem denge ilişkisini tanımlamaktadır. Bu durumda hata terimleri  $v_{it}$  ile  $e_{it}$  de durağandır. Bu modelde  $\alpha_i$  hata düzeltme parametresi olup  $(\alpha_i < 1)$  durumunda hata düzeltme mekanizması söz konusudur ve  $x_{it}$  ile  $y_{it}$  eşbütünleşiktir. Bu çalışmada  $x_{it}$ , ENC, GDP ve  $GDP^2$  değişkenlerini  $y_{it}$  ise,  $CO_2$  değişkenini içermektedir. Eğer  $(\alpha_i = 0)$  ise hata düzeltme mekanizması çalışmayacak ve

<sup>4</sup> Swamy (1970)’nin homojenite testi ile ilgili detaylı açıklamalar için Pesaran ve Yamagata (2008)’ya bakılabilir.

eşbütünleşme ilişkisi de olmayacaktır. Westerlund bu durumu test etmek üzere 4 adet test geliştirmiştir. Bunlardan ikisi, panelin yatay kesiti boyutunca hata düzeltme hakkındaki bilginin havuzlanmasına dayalı olup panel istatistikleri olarak adlandırılmaktadır. İkinci grupta yer alan diğer iki test istatistiği ise, bu bilgiyi kullanmamakta ve grup ortalama istatistikleri olarak adlandırılmaktadır. Panel istatistikleri için sıfır ve alternatif hipotezler  $H_0 : \alpha_i = 0$  ve  $H_1^P : \alpha_i = \alpha < 0$  tüm  $i$ 'ler için şeklindedir.  $H_0$ 'ın reddi tüm panel için eşbütünleşme olduğu şeklinde yorumlanmalıdır. Grup ortalama istatistikleri için ise,  $H_0 : \alpha_i = 0$ ,  $H_1^S : \alpha_i < 0$  en azından bazı  $i$ 'ler için şeklindeki alternatif hipoteze karşı test edilmektedir. Bu durumda  $H_0$ 'ın reddi en azından paneli oluşturan birimlerden biri için eşbütünleşme olduğuna işaret etmektedir. Westerlund (2007) testine ait sonuçlar Tablo 2 üzerinde yer almaktadır.

**Tablo 2. Westerlund (2007) Eşbütünleşme Test Sonuçları**

Testler	İstatistikler	Olasılık değerleri
g_tau	-2,99 <sup>a</sup>	0,00
g_alpha	-3,03 <sup>a</sup>	0,00
p_tau	-0,90	0,18
p_alpha	-0,47	0,31

**Notlar:** Bootstrap döngüsü 1000 adettir. Regresyon sabit ve trendi içermektedir. Gecikme ve öncüller 1 olarak belirlenmiştir. Bant genişliği ise  $4(T/100)^{2/9}$  kuralına göre belirlenmiştir. Olasılık değerleri asimptotik olasılık değerleridir. <sup>a</sup> ise %1 düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Eğim parametrelerinde heterojenite saptandığı için grup ortalama testlerinin (g\_tau ile g\_alpha) sonuçları dikkate alınmalıdır. Ayrıca yatay kesit bağımsızlığının varlığı bootstrap olasılık değerleri yerine asimptotik olasılık değerlerinin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Her iki grup ortalama test istatistiğinin sonucu %1 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşme olmadığı sıfır hipotezinin reddedilmesine yol açmaktadır. Başka bir ifadeyle, paneli oluşturan 4 ülkeden en az biri için söz konusu değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu saptanmıştır.

#### 4.3. Eşbütünleşme Parametrelerinin FMOLS ile Tahmini

Eşbütünleşme parametreleri Pedroni'ye (2000) ait FMOLS tahmincisi kullanılarak elde edilmiştir. FMOLS' un en büyük avantajı hem endojeniteyi, hem de oto korelasyonu düzelterek tutarlı ve etkin uzun dönem tahminleri sağlamasıdır. Yatay kesit bağımsızlığını varsayan bu tahminci aynı zamanda heterojenitenin söz konusu olması durumunda paneli oluşturan her bir yatay kesit için ise farklı bir eşbütünleşme vektörünün tahminine izin vermektedir.

Panel FMOLS tahmincisi  $\hat{\beta}_{GFM}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \beta_{FMi}^*$  şeklinde ifade edilmektedir ki, burada

$\beta_{FMi}^*$  her bir ülke için (1) Nolu denklemin zaman serisi FMOLS tahmininden elde edilmektedir. Tablo 3 bireysel ve panel FMOLS tahmini sonuçlarını vermektedir.



**Tablo 3. Bireysel ve Panel FMOLS Tahmin Sonuçları**

Ülke	ENC	GDP	GDP <sup>2</sup>
Brezilya	1,62 <sup>a</sup> (2,60)	15,40 (1,17)	-0,97 (-1,17)
Hindistan	1,15 <sup>c</sup> (1,1 8)	8,12 <sup>a</sup> (4,21)	-0,65 <sup>a</sup> (-4,58)
Çin	1,18 <sup>a</sup> (21,35)	0,92 <sup>a</sup> (10,84)	-0,07 <sup>a</sup> (-8,98)
Türkiye	1,03 <sup>a</sup> (3,85)	7,76 <sup>a</sup> (3,12)	-0,46 <sup>a</sup> (-3,28)
Panel	1,24 <sup>a</sup> (14,85)	8,05 <sup>a</sup> (9,67)	-0,54 <sup>a</sup> (-9,00)

**Not:** t- değerleri parantez içerisinde yer almaktadır. <sup>a</sup>, <sup>b</sup> ve <sup>c</sup> sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeylerinde istatistikî anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3’de yer alan sonuçlar değerlendirildiğinde, tüm ülkeler için enerji tüketimindeki artış beklendiği üzere CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırmaktadır. Örneğin; Brezilya için enerji tüketimindeki %1’lik artış, emisyon düzeyini %1.62 arttırmaktadır. Emisyon ile reel gelir arasında ÇKE hipotezinin öngördüğü ters U ilişkisi ise, Brezilya hariç diğer 3 ülkede geçerli görünmektedir. Panel FMOLS sonuçlarına bakıldığında ise beklenildiği üzere CO<sub>2</sub> emisyonu ile enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki tespit edilmişken, ters U şeklindeki ÇKE eğrisi de doğrulanmıştır. Ayrıca, panel FMOLS sonuçlarına göre, CO<sub>2</sub> emisyonunun reel kişi başı gelir açısından uzun dönem elastikiyeti 8,05-1,08GDP’e eşittir (logaritmik 7,453 eşik değer gelir düzeyi ile). Ulaşılan bu sonuçlar yazın taramasında açıklanan birçok çalışmanın (örneğin, Apergis ve Payne, 2009, 2010) sonuçları ile tutarlılık içerisinde.

#### 4.4. Panel Nedensellik Analizi

Eşbütünleşme ilişkisi değişkenler arasında nedensellik ilişkilerinin olduğuna işaret etmektedir. Eğer değişkenler eşbütünleşik iseler, bir gecikmeli hata düzeltme terimi ile genişletilmiş bir VAR modelini temsil eden vektör hata düzeltme modeli tahmin edilmelidir. Söz konusu PVECM çalışmadaki değişkenler açısından (3a)-(3d) eşitlikleri şeklinde yazılabilir.

$$\Delta CO2_{it} = \gamma_i + \sum_{k=1}^m \gamma_{1kip} \Delta CO2_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{12ip} \Delta ENC_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{13ip} \Delta GDP_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{14ip} \Delta GDP^2_{it-m} + \phi_i ECT_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad 3a$$

$$\Delta ENC_{it} = \gamma_{2i} + \sum_{k=1}^m \gamma_{21ip} \Delta CO2_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{22ip} \Delta ENC_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{23ip} \Delta GDP_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{24ip} \Delta GDP^2_{it-m} + \phi_{2i} ECT_{it-1} + \varepsilon_{2it} \quad 3b$$

$$\Delta GDP_{it} = \gamma_{3i} + \sum_{k=1}^m \gamma_{31ip} \Delta CO2_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{32ip} \Delta ENC_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{33ip} \Delta GDP_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{34ip} \Delta GDP^2_{it-m} + \phi_{3i} ECT_{it-1} + \varepsilon_{3it} \quad 3c$$

$$\Delta GDP^2_{it} = \gamma_{4i} + \sum_{k=1}^m \gamma_{41ip} \Delta CO2_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{42ip} \Delta ENC_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{43ip} \Delta GDP_{it-m} + \sum_{k=1}^m \gamma_{44ip} \Delta GDP^2_{it-m} + \phi_{4i} ECT_{it-1} + \varepsilon_{4it} \quad 3d$$

Burada  $\Delta$  ilk farkları, m akaike bilgi kriterine göre 3 olarak belirlenen gecikme uzunluğunu göstermektedir. Değişkenler logaritmik farkları ile yer aldıkları için büyüme oranlarını temsil etmektedirler. ECT, (1) Nolu denklemin panel FMOLS tahmininden elde edilen kalıntıların 1 dönem gecikmeli değerlerinden oluşan hata düzeltme terimidir.  $\phi_{j,i}$  (j=1, 2, 3, 4) hata düzeltme katsayısı ve  $\varepsilon_{jit}$  ise sıfır ortalamaya sahip oto korelasyon içermeyen hata terimidir.

Burada Denklem (3a)'da kısa dönem nedenselliğinin yönü bakımından,  $\gamma_{12ip} = 0 \forall_{ik}$  sıfır hipotezi reddedilirse nedensellik  $\Delta ENC$ 'den  $\Delta CO_2$ 'ya doğrudur. Eğer  $\gamma_{13ip} = \gamma_{14ip} = 0 \forall_{ik}$  şeklindeki birleşik sıfır hipotezi Wald testi sonucu reddedilirse, nedensellik  $\Delta GDP$  ve  $\Delta GDP^2$ 'den  $\Delta CO_2$ 'ye doğrudur. (3b) Nolu denklemde ise,  $\lambda_{21ip} = 0 \forall_{ik}$  şeklindeki sıfır hipotezinin reddedilmesi durumunda nedenselliğin  $\Delta CO_2$ 'den  $\Delta ENC$ 'ye doğru olduğu,  $\gamma_{23ip} = \gamma_{24ip} = 0 = \forall_{ik}$  şeklindeki birleşik sıfır hipotezinin reddedilmesi durumunda ise nedenselliğin yönünün  $\Delta GDP$  ve  $\Delta GDP^2$ 'den  $\Delta ENC$ 'ye doğru olduğu söylenebilir. (3c) ve (3d) Nolu denklemler sisteminde, reel GDP'yi ölçen benzer iki değişkenin ( $\Delta GDP$  ve  $\Delta GDP^2$ ) olması nedeniyle,  $\Delta CO_2$ 'den ya da  $\Delta ENC$ 'den,  $\Delta GDP / \Delta GDP^2$ 'ye doğru nedenselliğin yönünü belirlemek üzere LR (likelihood ratio) testi aracılığı ile (3c) ve (3d) nolu denklemler arası kısıtlar (cross-equation restrictions) konulması gerekmektedir (bkz. Ang, 2007; Apergis ve Payne, 2009, 2010; Lean ve Smyth, 2010). Bu durumda  $\gamma_{31ip} = 0 \forall_{ip}$  ve  $\gamma_{41ip} = 0 \forall_{ip}$  şeklindeki sıfır hipotezlerinin reddedilmesi durumunda  $\Delta CO_2$ 'den  $\Delta GDP$  ve  $\Delta GDP^2$ 'ye doğru;  $\gamma_{32ip} = 0 \forall_{ip}$  ve  $\gamma_{42ip} = 0 \forall_{ip}$  şeklinde sıfır hipotezlerinin reddedilmesi durumunda ise  $\Delta ENC$ 'den,  $\Delta GDP$  ve  $\Delta GDP^2$ 'ye doğru nedensellik ilişkilerinin olduğu söylenebilir.

Uzun dönem nedenselliği açısından ise, (3a) Nolu denklemde eğer  $\phi_{1i} = 0 \forall_i$  sıfır hipotezi reddedilir ise,  $\Delta CO_2$  uzun dönem dengesinden sapmalara tepki veriyor ve hata düzeltme mekanizması çalışıyor demektir. (3b) Nolu denklem açısından ise  $\phi_{2i} = 0 \forall_i$  şeklindeki sıfır hipotezinin reddedilmesi durumunda,  $\Delta ENC$  uzun dönem dengesinden sapmalara tepki veriyorken, (3c) ve (3d) Nolu denklemlerde ise  $\phi_{3i} = \phi_{4i} = 0 \forall_i$  şeklindeki sıfır hipotezinin reddedilmesi  $\Delta GDP$  ve  $\Delta GDP^2$ 'nin birlikte uzun dönem dengesinden sapmalara karşı tepki verdiklerini ortaya

koymaktadır. Kısa ve uzun dönem panel Granger nedensellik sonuçları Tablo 4’de verilmektedir.

**Tablo 4. Kısa ve Uzun Dönem Nedensellik Test Sonuçları**

Bağımlı değişkenler	Nedenselliğin kaynakları (Bağımsız değişkenler)			
	Kısa Dönem			Uzun Dönem
	$\Delta GDP$ , $\Delta GDP^2$	$\Delta ENC$	$\Delta CO_2$	
$\Delta GDP$ , $\Delta GDP^2$	-----	5.209 (0.517)	3.592 (0.731)	3.278 [0.194]
$\Delta ENC$	0.215 (0.975)	-----	1.365 (0.713)	0.012 [0.141]
$\Delta CO_2$	4.757 (0.575)	1.365(0.713)	-----	-0.232 <sup>b</sup> [-1.963]

**Notlar:** Olasılık (p) değerleri parantez içerisinde verilmektedir.  $\chi^2$  ve F istatistikleri kısa dönem nedenselliğini belirlemek üzere sırasıyla LR testi ve Wald testi için rapor edilmiştir. t istatistikleri köşeli parantez içerisinde verilmekte olup uzun dönem nedenselliğini belirlemektedir. <sup>b</sup> %5 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 4’de görüldüğü üzere, kısa dönemde değişkenler arasında Granger nedensellik söz konusu değildir. Uzun dönemde ise sadece ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden  $CO_2$  emisyonuna doğru tek yönlü bir panel Granger nedensellik olduğu görülmektedir. Çünkü hata düzeltme parametresi %5 düzeyinde istatistikî açıdan anlamlı ve negatif görülmektedir. Bu durum ise  $\Delta CO_2$ ’nin uzun dönem dengesinden sapmalara tepki gösterdiğini, hata düzeltme mekanizmasının  $\Delta CO_2$  için çalıştığını; fakat  $\Delta GDP / \Delta GDP^2$  ile  $\Delta ENC$ ’nin ise söz konusu sapmalara karşı tepki göstermediklerini ortaya koymaktadır. Uzun dönem nedenselliğine ilişkin elde edilen bu sonuç HalICIOğlu (2009) ile Apergis ve Payne (2009) tarafından elde edilen bulgular ile tutarlılık içerisinde.

## 5. Sonuç

Bu çalışma, ÇKE hipotezini 4 yükselen piyasa ekonomisi için 1971-2008 dönem aralığı için test etmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda öncelikle yatay kesit bağımlılığı ve eğim parametrelerinin heterojenliği test edilmiş, yatay kesit bağımsızlığı ve heterojenite saptandığı için birim kök testi ve eşbütünleşme analizlerinde bu iki özellik dikkate alınmıştır. Öncelikle 1. nesil panel birim kök testleri ile değişkenlerin bütünselme dereceleri incelenmiş ve 1. dereceden bütünselme tüm değişkenler için tespit edilmiş, bu nedenle bir sonraki adımda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi Westerlund (2007)’a ait bootstrap ECM grup eşbütünleşme testleri ile araştırılmıştır. Eşbütünleşme saptandığı için Pedroni (2000) tarafından önerilen FMOLS tahmincisi ile eşbütünleşme vektörü tahmin edilmiştir. Bireysel FMOLS sonuçları, Brezilya hariç diğer 3 ülke için ÇKE’nin doğrulandığını ortaya koyarken, panel FMOLS sonuçları ise tüm panel için ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu saptamıştır. Son aşamada ise değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri PVECM oluşturularak tespit edilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, kısa dönemde değişkenler arasında Granger nedensellik ilişkileri bulunamamışken, uzun dönemde ise büyüme ve enerji tüketiminden  $CO_2$  emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır. Ulaşılan uzun döneme ait bu sonuç, söz konusu ülke grubu için enerjinin muhafazası (konservasyonu) politikasının uzun dönemde sera gazı emisyon oranlarını azaltmada etkinliğe sahip olabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, enerji tüketiminde gözlemlenen artışın çevre üzerindeki olumsuz etkisini

azaltabilmek için çevre dostu enerji kaynaklarından yararlanılması gerektiği ifade edilebilir. Son olarak, söz konusu 4 yükselen piyasa ekonomisinin uzun dönem kalkınma politikalarının, çevresel açıdan sürdürülebilir büyümeyi temin etme hedefi doğrultusunda oluşturulmaları gerektiği ifade edilebilir.

## 6. Referanslar

- ACARAVCI, A., ÖZTÜRK, İ. (2010). On the relationship between energy consumption,  $CO_2$  emissions and economic growth in Europe. *Energy*, 35, 5412-5420. ss.
- AKBOSTANCI, E., AŞIK, S. T., TUNÇ, G. İ. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental Kuznets curve. *Energy Policy*, 37, 861–867. ss.
- AL-MULALI, U. (2011). Oil consumption,  $CO_2$  emission and economic growth in MENA countries. *Energy*, 36, 6165- 6171. Ss.
- ANG, J.B. (2007).  $CO_2$  emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35, 4772–4778. ss.
- APERGIS, N., PAYNE, E. (2009).  $CO_2$  emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, 37, 3282–3286. ss.
- APERGIS, N., PAYNE, E. (2010). The emissions, energy consumption, and growth nexus: Evidence from the commonwealth of independent states. *Energy Policy*, 38, 650–655. ss.
- AROURI, M.E.H., YOUSSEF, A. B., M'HENNI, H., RAULT, C. (2012). Energy consumption, economic growth and  $CO_2$  emissions in Middle East and North African countries. *Energy Policy*, 45, 342–349. ss.
- BALTAGI, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*, Third Edition, England: John Wiley&Sons Ltd.
- BREUSCH, T.S., PAGAN, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. ss.
- CHOI, I. (2001). Unit roots tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 229–272. ss.
- ESTEVE, V., TAMARIT, C. (2012). Threshold cointegration and nonlinear adjustment between  $CO_2$  and income: The Environmental Kuznets Curve in Spain, 1857–2007. *Energy Economics*, 34, 2148–2156. ss.
- FARHANI, S., REJEB, J. B. (2012). Energy Consumption, Economic Growth and  $CO_2$  Emissions: Evidence from Panel Data for MENA Region. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2(2), 71-81. ss.
- FODHA, M., ZAGHDOUD, O. (2010). Economic growth and pollutant emissions in Tunisia: An empirical analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy Policy*, 38, 1150–1156. ss.
- GHOSH, S. (2010). Examining carbon emissions economic growth nexus for India: A multivariate cointegration approach. *Energy Policy*, 38, 3008–3014. ss.
- HAGGAR, M. H. (2012). Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective. *Energy Economics*, 34, 358-364. ss.
- HALICIOĞLU, F. (2009). An econometric study of  $CO_2$  emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156–1164. ss.
- HANSEN, B.E., SEO, B. (2002). Testing for two-regime threshold cointegration in vector error-correction models. *Journal of Econometrics*, 110, 293–318. ss.
- IM, K.S., PESARAN, M.H., SHIN, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115, 53-74. ss.

- JAUNKY, V.C. (2011). The  $CO_2$  emissions-income nexus: Evidence from rich countries. *Energy Policy*, 39, 1228–1240. ss.
- JOHANSEN, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic and Control*, 12, 231-254. ss.
- KAO, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*, 90, 1-44. ss.
- KUZNETS, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28. ss.
- LEAN, H. H., SMYTH, R. (2010).  $CO_2$  emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87, 1858-1864. ss.
- MADDALA, G.S., WU, S. (1999). A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 631-652. ss.
- MENYAH, K., RUFANEL, Y.W. (2010). Energy consumption, pollutant emissions and economic growth in South Africa” *Energy Economics*, 32, 1374–1382. ss.
- Narayan, P. K., Narayan, S. (2010). Carbon dioxide emissions and economic growth: Panel data evidence from developing countries. *Energy Policy*, 38, 661–666. ss.
- ÖZTÜRK, İ., ACARAVCI, A. (2010).  $CO_2$  emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(9): 3220-3225. ss.
- ÖZTÜRK, İ., ACARAVCI, A. (2012). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>.
- PAO, H.T., TSAI, C. M. (2010).  $CO_2$ , emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy Policy*, 38, 7850–7860. ss.
- PEDRONI, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653–670. ss.
- PEDRONI, P. (2000). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. *Advanced in Econometrics*, 15, 93–130. ss.
- PEDRONI, P. (2001). Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels. *Review of Economics and Statistics*, 83(4), 727-731. ss.
- PEDRONI, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis: new results. *Econometric Theory* 20, 597–627. ss.
- PESARAN, H.M. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with multifactor error structure *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 74, 967–1012. ss.
- PESARAN, H.M. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265–312. ss.
- PESARAN H.M., YAMAGATA, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. ss.
- SABOORI, B., SOLEYMANI, A. (2011).  $CO_2$  emissions, economic growth and energy consumption in Iran: A co-integration approach. *International Journal of Environmental Sciences*, 2(1), 44-53. ss.
- SMITH, V., LEYBOURNE, S., KIM, T.H., NEWBOLD, P. (2004). More powerful panel unit root tests with an application to the mean reversion in real exchange rates. *Journal of Applied Econometrics*, 19, 147–170. ss.
- SOYTAŞ, U., SARI, R., EWING, T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United State. *Ecological Economics*, 62, 482–489. ss.
- SOYTAŞ, U., SARI, R. (2009). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: Challenges faced by an EU candidate member. *Ecological Economics*, 68, 1667-1675. ss.
- SWAMY, P. (1970). Efficient Inference in a Random Coefficient Regression Model. *Econometrica*, 38, 311- 323. ss.

- TODA, H.Y., YAMAMOTO, T. (1995) Statistical inference in vector autoregression with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225–250. ss.
- WANG, S. S., ZHOU, D. Q., ZHOU, P., WANG, Q. W. (2011).  $CO_2$  emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. *Energy Policy*, 39, 4870–4875. ss.
- WESTERLUND, J. (2005). New simple tests for panel cointegration. *Econometrics Reviews*, 24, 297–316. ss.
- WESTERLUND, J. (2007) Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69 (6), 709–748. ss.
- WESTERLUND, J., EDGERTON, D. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economics Letters*, 97, 185–190. ss.
- World Development Indicators (2012). [Erişim Adresi]: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>, [Erişim tarihi: 12.09.2012].
- ZHANG, X.P., CHENG, X.M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecological Economics*, 68, 2706–2712. ss.